



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 196 15 742 C 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 60 K 6/02**  
B 60 K 41/06  
B 60 L 7/10  
B 60 T 13/74  
F 01 D 15/10  
F 02 C 6/20  
F 16 F 15/18

②① Aktenzeichen: 196 15 742.0-22  
②② Anmeldetag: 20. 4. 96  
④③ Offenlegungstag: —  
④⑥ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 7. 5. 97

DE 196 15 742 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

⑦② Erfinder:

Boll, Wolf, Dr., 71384 Weinstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 02 083 A1

⑤④ Kraftfahrzeugantrieb mit Schaltgetriebe

⑤⑦ Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftfahrzeugantrieb mit einem Antriebsmotor und einem an den Antriebsmotor mechanisch angekoppelten Schaltgetriebe. Erfindungsgemäß ist eine mechanisch an die Ausgangswelle des Schaltgetriebes angekoppelte elektrische Maschine vorgesehen, die während Betriebsphasen, in denen die Kraftübertragung vom Antriebsmotor zur Schaltgetriebeausgangswelle aufgrund eines Getriebebeschaltvorgangs kurzzeitig unterbrochen ist, ein diese Unterbrechung wenigstens teilweise kompensierendes Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle ausübt.  
Verwendung z. B. in Automobilen.

DE 196 15 742 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Kraftfahrzeugantrieb mit einem Antriebsmotor und einem an den Antriebsmotor mechanisch angekoppelten Schaltgetriebe.

Vorteilhaft bei diesem Antriebsprinzip mit Schaltgetriebe ist, daß kostengünstige Schaltgetriebe mit hohem Wirkungsgrad zur Verfügung stehen. Eine Schwierigkeit bei diesen Systemen besteht jedoch in einer gewissen Komfortminderung, die durch die erforderlichen Aufbaubewegungen während eines Getriebebeschaltvorganges bedingt ist. Denn bei solchen Antrieben wird während eines Getriebebeschaltvorganges der Kraftfluß vom Antriebsmotor zur Ausgangswelle des Schaltgetriebes und damit zum Antriebsstrang des Fahrzeugs unterbrochen. Zudem ist die Automatisierbarkeit der Schaltvorgänge eingeschränkt. Denn beim vollautomatischen Schalten sollten die Schaltvorgänge in sehr kurzer Zeit, z. B. in weniger als 0,3 Sekunden, ablaufen, damit die Komfortminderung gering und die Betriebsphase mit Zugkraftunterbrechung kurz bleibt, was beispielsweise für Überholvorgänge von Bedeutung ist. Bei kurzen Schaltzeiten besteht jedoch die Gefahr, daß merkliche Kraftstöße an den Antriebsrädern durch Umsynchronisieren des Antriebsmotors entstehen, was z. B. bei glatter Fahrbahn problematisch ist. Die kurzen Schaltzeiten erfordern zudem leistungsfähige Aktuatoren für die Kupplungs- und die Schaltungseinheit, und die plötzlichen, harten Krafteingriffe belasten den Antriebsstrang.

Aus der Offenlegungsschrift DE 42 02 083 A1 ist ein Hybridantrieb für ein Kraftfahrzeug bekannt, bei dem eine Drehstrommaschine an die Vorgelegewelle eines Schaltgetriebes angekoppelt ist. Die Drehstrommaschine dient dazu, das bei einem Schaltvorgang erforderliche Drehmoment zur Verzögerung bzw. Beschleunigung der Getriebeteile bereit zustellen, um verbesserte Getriebebeschaltvorgänge durch Verkürzung der unerwünschten Antriebszugkraftunterbrechung zu erzielen. Die Drehstrommaschine bildet eine elektrische Synchronisationshilfe für das Getriebe, das die mechanischen Synchronisationsmittel entlasten oder entbehrlich machen soll.

Der Erfindung liegt als technisches Problem die Bereitstellung eines Kraftfahrzeugantriebs mit Schaltgetriebe zugrunde, bei dem keine hohen kurzzeitigen Antriebszugkraftunterbrechungen während Getriebebeschaltvorgängen auftreten.

Die Erfindung löst dieses Problem durch die Bereitstellung eines Kraftfahrzeugantriebs mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Bei diesem Antrieb ist eine mechanisch an die Ausgangswelle des Schaltgetriebes gekoppelte elektrische Maschine vorgesehen, die während Betriebsphasen, in denen die Antriebskraftübertragung vom Antriebsmotor zur Schaltgetriebeausgangswelle aufgrund eines Getriebebeschaltvorgangs kurzzeitig unterbrochen ist, ein diese Unterbrechung wenigstens teilweise kompensierendes Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle ausübt. Die elektrische Maschine stellt somit während den kurzen Getriebebeschaltphasen wenigstens teilweise die ansonsten vom Antriebsmotor gelieferte Zugkraft für den Fahrzeugantriebsstrang zur Verfügung. Eine völlige Zugkraftunterbrechung wird dadurch vermieden.

Bei einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 2 wird die elektrische Maschine in den kurzen Betriebsphasen während Getriebebeschaltvorgängen zur Erzeugung des Kompensationsdrehmomentes im ther-

mischen Überlastbetrieb betrieben. Dies ist für derartig kurze Betriebsphasen ohne Nachteile möglich, so daß die elektrische Maschine nicht auf eine derartige Dauerleistung ausgelegt zu sein braucht und damit in einer kompakten Bauform realisierbar ist. Beispielsweise kann sie als Kurzschlußläufer-Asynchronmotor ausgelegt sein, der über einen Wechselrichter von einer ebenfalls relativ klein bauenden Hochstrombatterie angetrieben wird.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 3 ist vorgesehen, die elektrische Maschine so auszugestalten, daß sie in Fahrzeugbremsphasen als Generator betrieben werden kann, wodurch die Bremswirkung mittels Umwandlung von kinetischer Fahrzeugenergie in elektrische Energie unterstützt werden kann. Die erzeugte elektrische Energie kann in einem elektrischen Energiespeicher gespeichert oder zum Betrieb elektrischer Verbraucher im Fahrzeug genutzt oder an einem Arbeitswiderstand in Wärme umgesetzt werden.

In einer Weiterbildung der Erfindung nach Anspruch 4 wird die elektrische Maschine zudem dazu verwendet, an der Getriebeausgangswelle auftretende Antriebs-schwingungen durch Erzeugen entsprechend gegenwirkender Drehmomente auszugleichen.

Gemäß einer Weiterbildung nach Anspruch 5 kann die elektrische Maschine als Elektromotor betrieben und damit als zusätzliche Antriebsquelle eingesetzt werden, wozu die benötigte elektrische Energie von einem Generator geliefert wird, der von einer Abgasentspannungsturbine angetrieben wird, wodurch sich der Wirkungsgrad des Antriebs erhöhen läßt.

Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird nachfolgend beschrieben.

Die einzige Figur zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines Kraftfahrzeugantriebs.

Der in der Figur dargestellte, z. B. in einem Automobil verwendbar Antrieb beinhaltet in herkömmlicher Weise einen Verbrennungsmotor (1), ein eingangsseitig an die Motorwelle angekoppeltes Schaltgetriebe (2) und einen Kardanstrang (4) als Antriebsstrang, der an die Ausgangswelle des Schaltgetriebes (2) angekoppelt ist und das Antriebsmoment an die entsprechenden Fahrzeugkomponenten, z. B. zwei oder vier Räder eines Automobils, weiterleitet.

An der Ausgangsseite des Schaltgetriebes (2) ist eine elektrische Maschine (3) vorgesehen, die mechanisch mit der Getriebeausgangswelle gekoppelt ist. Elektrisch ist die elektrische Maschine (3) mit einem Wechselrichter (5) verbunden, der seinerseits Verbindung mit einem Steuergerät (6), einer Hochstrombatterie (7), einem Arbeitswiderstand (8) mit zugeordnetem Kühlgebläse (9) und Nutzverbraucheranschlüssen (10) hat, die über eine von der Verbindungsleitung zwischen Wechselrichter (5) und Hochstrombatterie (7) abzweigende Speiseleitung elektrisch versorgt werden.

Die elektrische Maschine (3) dient primär dazu, in den Betriebsphasen, in denen aufgrund eines Getriebebeschaltvorgangs kein Antriebsmoment vom Verbrennungsmotor (1) zum Kardanstrang (4) übertragen werden kann, was bei herkömmlichen Antrieben in einer Zugkraftunterbrechung resultiert, das Fehlen dieses Verbrennungsmotor-Antriebsmoments wenigstens teilweise zu kompensieren. Dazu ist die elektrische Maschine (3) als drehmomentstarker Kurzschlußläufer-Asynchronmotor ausgeführt, der in diesen kurzen Betriebsphasen im thermischen Überlastbetrieb betrieben wird. Die elektrische Maschine (3) wird dabei gesteuert vom

Steuergerät (6) in geeigneter Weise über den Wechselrichter (5) mit Strom aus der Hochstrombatterie (7) gespeist, so daß sie als Elektromotor arbeitend ein Drehmoment auf die Ausgangswelle des Schaltgetriebes (2) und damit auf den Kardanstrang (4) ausübt. Dieses Drehmoment vermag das in dieser Betriebsphase fehlende Verbrennungsmotor-Antriebsmoment wenigstens teilweise zu ersetzen. Da die elektrische Maschine (3) hierzu im thermischen Überlastbetrieb arbeitet, läßt sich trotz vergleichsweise kleiner Bauform für die elektrische Maschine (3) ein relativ hohes kompensierendes Drehmoment erzielen. Da diese hohe Leistung von der elektrischen Maschine (3) nur für die sehr kurze Zeitdauer der Kraftunterbrechung zwischen Verbrennungsmotor (1) und Kardanstrang (4) während eines Schaltvorgangs im Schaltgetriebe (2) aufgebracht werden muß, ist dieser vorübergehende, thermische Überlastbetrieb problemlos möglich.

Signifikante Zugkraftunterbrechungen während eines Getriebebeschaltvorgangs, die z. B. während eines Überholvorgangs besonders störend sind, treten damit bei diesem Antrieb nicht auf. Durch die wenigstens teilweise Kompensation der herkömmlichen Zugkraftunterbrechung während eines Getriebebeschaltvorgangs werden merkliche Kraftstöße auf den Kardanstrang (4) und damit einhergehende Belastungen weitestgehend vermieden oder jedenfalls merklich abgeschwächt. Dabei kann es sich bei dem Schaltgetriebe sowohl um ein handbetätigtes als auch um ein automatisch betätigtes Schaltgetriebe handeln.

Neben der oben beschriebenen, primären Funktion der elektrischen Maschine (3) zur kurzzeitigen Zugkraftunterbrechungskompensation erfüllt sie in vorteilhafter Weise weitere Funktionen in anderen Betriebsphasen. So kann die elektrische Maschine (3) während Bremsvorgängen auf Generatorbetrieb umgeschaltet werden, um eine zusätzliche Bremswirkung durch Umwandlung von kinetischer Energie des Kardanstrangs (4) in elektrische Energie bereitzustellen. Die dadurch erzeugte elektrische Energie wird über den Wechselrichter (5) in die Hochstrombatterie (7) eingespeichert und, soweit erforderlich, den Nutzverbraucheranschlüssen (10) zugeführt. Liegt darüber hinaus noch überschüssige elektrische Energie vor, kann diese über den Wechselrichter (5) an den Arbeitswiderstand (8) weitergeleitet und dort in Wärme umgesetzt werden, wobei der Arbeitswiderstand (8) mit dem Lüfter (9) gekühlt wird. Bei entsprechender Auslegung kann hierdurch die Wirbelstrombremse eines Nutzfahrzeugs ersetzt werden. Es versteht sich, daß die erzeugte Wärme bei Bedarf genutzt werden kann, z. B. zur Aufheizung eines Fahrzeuginnenraums.

In einer weiteren Funktion dient die elektrische Maschine (3) zum Ausgleich von Antriebsschwingungen, die vom Verbrennungsmotor (1) oder vom Kardanstrang (4) her auf die Getriebeausgangswelle einwirken. Dazu wird die elektrische Maschine (3) als Elektromotor betrieben, der in passender Weise das schwingungsausgleichende Drehmoment erzeugt. Dies ist insbesondere bei Anfahrvorgängen sinnvoll.

In einer weiteren Funktion für Betriebsphasen mit hohem Antriebsleistungsbedarf wird die elektrische Maschine (3) parallel zum Verbrennungsmotor (1) als Antriebsmotor eingesetzt, wie dies beispielsweise von Hybridantrieben geläufig ist. Vorzugsweise bezieht die elektrische Maschine (3) in dieser Funktion den dafür erforderlichen Strom von einem nicht gezeigten Generator, der von einer nicht gezeigten Abgasentspan-

tungsturbine angetrieben wird. Dadurch kann die Energie des Verbrennungsmotorabgases zur Bereitstellung eines Zusatzdrehmomentes auf den Kardanstrang (4) durch die elektrische Maschine (3) zusätzlich zum Antriebsmoment des Verbrennungsmotors (1) genutzt werden. Selbstverständlich kann die Speisung der elektrischen Maschine (3) in dieser Betriebsart je nach Anwendungsfall auch anderweitig erfolgen, z. B. mittels einer Batterie mit ausreichender Speicherkapazität.

#### Patentansprüche

1. Kraftfahrzeugantrieb, mit
  - einem Antriebsmotor (1) und
  - einem an den Antriebsmotor mechanisch angekoppelten Schaltgetriebe (2),

#### gekennzeichnet durch

- eine mechanisch an die Ausgangswelle des Schaltgetriebes (2) angekoppelte elektrische Maschine (3), die während Betriebsphasen, in denen die Antriebskraftübertragung vom Antriebsmotor (1) zur Schaltgetriebeausgangswelle aufgrund eines Getriebebeschaltvorgangs kurzzeitig unterbrochen ist, ein diese Unterbrechung wenigstens teilweise kompensierendes Drehmoment auf die Getriebeausgangswelle ausübt.

2. Kraftfahrzeugantrieb nach Anspruch 1, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) zur kurzzeitigen Ausübung des kompensierenden Drehmomentes auf die Schaltgetriebeausgangswelle im thermischen Überlastbetrieb betrieben wird.

3. Kraftfahrzeugantrieb nach Anspruch 1 oder 2, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) in Fahrzeugbremsphasen als Generator betrieben wird, dessen elektrische Energie in einem Speicher (7) gespeichert und/oder zu Nutzverbraucheranschlüssen (10) weitergeleitet und/oder in einem Arbeitswiderstand (8) in Wärme umgewandelt wird.

4. Kraftfahrzeugantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) bei im Fahrbetrieb auftretenden Antriebsschwingungen ein diese Schwingungen ausgleichendes Drehmoment auf die Schaltgetriebeausgangswelle ausübt.

5. Kraftfahrzeugantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiter dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Maschine (3) als Elektroantriebsmotor betreibbar ist, dem die elektrische Energie von einem Generator zugeführt wird, der von einer Abgasentspannungsturbine angetrieben wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

BEST AVAILABLE COPY

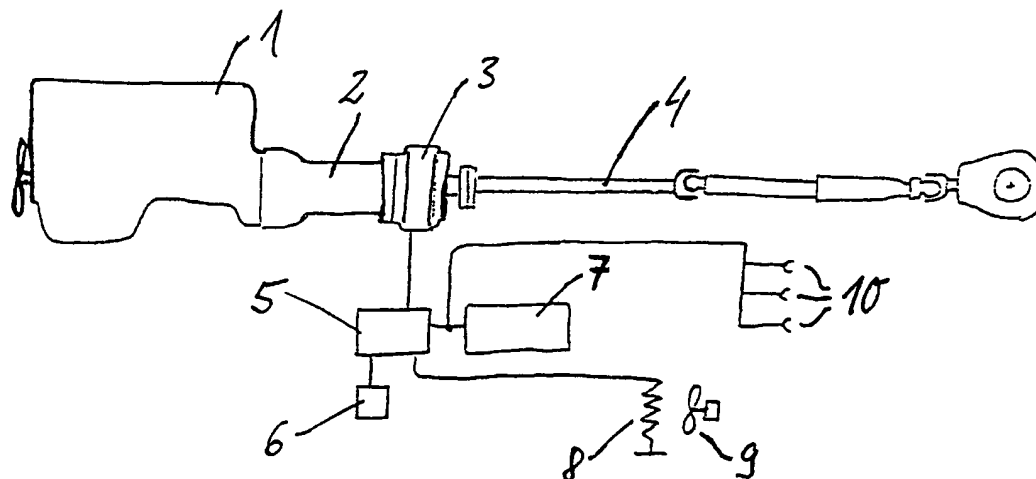


Fig.